

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУиТ  
ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 11 от «31» мая 2023 г.

Зав. кафедрой  / Гумеров И.С.

Согласовано:  
Председатель УМК естественно-  
математического факультета

 / Ильбулова Г.Р.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

*(наименование дисциплины)*

**Обязательная часть**

*(обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений, факультатив)*

**программа бакалавриата**

Направление подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

*(указывается код и наименование направления подготовки)*

Направленность (профиль) подготовки

**Прикладная математика и информационные технологии**

*(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

**бакалавр**

*(указывается квалификация)*

Разработчик (составитель)

**Доцент кафедры, к.ф.-м.н.**

*(должность, ученая степень, ученое звание)*



/ Хисаметдинов Ф.З.

Для приема: 2023 г.

Сибай 2023 г.

Составитель: Хисаметдинов Ф.З.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий, протокол № 11 от «31» мая 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой И / Гумеров И.С./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины

---

---

утверждены на заседании кафедры

протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины

---

---

утверждены на заседании кафедры

протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины

---

---

утверждены на заседании кафедры

протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	ОПК-2.1 Обладает фундаментальными знаниями по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	<i>Знать</i> фундаментальные факты по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач
		ОПК-2.2. Умеет использовать аппарат существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в профессиональной деятельности.	<i>Уметь</i> использовать фундаментальными знания по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач
		ОПК-3.3. Имеет навыки применения аппарата существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.	<i>Владеть</i> навыками применения аппарата существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-5. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	ОПК-5.1 Обладает знаниями по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Знать</i> фундаментальные факты по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.
		ОПК-5.2. Умеет разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные	<i>Уметь</i> разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

		для практического применения.	
		ОПК-5.3. Имеет навыки разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Владеть</i> навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численные методы» относится к *обязательной* части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в (5,6 семестры) очной формы и на 4 курсе (7, 8 семестры) очно-заочной формы обучения.

### Цели изучения дисциплины

- обучение основным численным методам решения классических задач математики и математической физики;
- формирование навыков и умений при постановке задач вычислительной математики, выборе эффективных алгоритмов, программировании методов, использовании математических пакетов для расчетов, анализе и интерпретации результатов вычислений;
- углубление математического образования, развитие системного восприятия дисциплин, предусмотренных учебным планом;
- подготовка студентов к дальнейшему самообразованию и применению полученных знаний в научно-исследовательской деятельности в областях, использующих математические методы и компьютерные технологии, при решении задач естествознания, техники, экономики и управления.

### Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Численные методы» студент должен:

- овладеть основными понятиями, идеями и методологией вычислительной математики;
- сформировать представление о разделах вычислительной математики, основных алгоритмах методов вычислений, месте и роли вычислительной математики и вычислительного эксперимента;
- овладеть численными методами решения классических задач линейной и нелинейной алгебры, аппроксимации функций, численного дифференцирования и интегрирования, численного решения начальной и краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, задач для интегральных уравнений;
- уметь оценивать возникающую при вычислениях погрешность и доказывать основные теоремы теории численных методов;
  - уметь оценивать возникающую при вычислениях погрешность и доказывать основные теоремы теории численных методов;
  - составлять эффективные алгоритмы для решения математических задач численными методами с использованием изученных языков высокого уровня,
- проводить сравнительный анализ алгоритмов по вопросам применения к конкретной решаемой задаче, точности, скорости и затратности;
- обладать навыками использования специализированных математических пакетов прикладных программ, позволяющими сочетать реализацию численных алгоритмов с аналитическими представлениями и графическим отображением результатов вычислений;
- ориентироваться в области вычислительной математики, самостоятельно находить, анализировать и использовать научно-техническую литературу;

- использовать полученные знания при проведении научных и прикладных исследований, работе в сфере высоких технологий, преподавании информатики и естественно-научных дисциплин.

**3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

ОПК-2: Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.

##### Критерии для зачета

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Незачтено»	«Зачтено»
ОПК-2.1 Обладает знаниями по использованию существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	<i>Знать</i> подходы к использованию и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Не обладает знаниями по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Сформированные и систематизированные знания по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач
ОПК-2.2. Умеет использовать аппарат существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в профессиональной деятельности.	<i>Уметь</i> использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	Демонстрирует поверхностные или не демонстрирует умения использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	Показывает весь комплекс умений использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач
ОПК-2.3. Имеет навыки применения аппарата существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.	<i>Владеть</i> навыками использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.	Не демонстрирует навыков использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.	Демонстрирует сформированные навыки использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.

##### Критерии для экзамена

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-2.1 Обладает знаниями по использованию и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и	<i>Знать</i> подходы к использованию и адаптации существующих математических методов и систем программирования для раз-	Не обладает знаниями по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации	На удовлетворительном уровне обладает знаниями по существующим математическим методам и системам программиро-	На хорошем уровне обладает знаниями по существующим математическим методам и системам программирования для раз-	Обладает отличными знаниями по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации

реализации алгоритмов решения прикладных задач.	работки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	алгоритмов решения прикладных задач	вания для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	работки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	алгоритмов решения прикладных задач
ОПК-2.2. Умеет использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в профессиональной деятельности.	<i>Уметь</i> использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	Демонстрирует поверхностные или не демонстрирует умения использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	На удовлетворительном уровне демонстрирует умения использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	На хорошем уровне демонстрирует умения использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	Демонстрирует отличные умения использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.
ОПК-2.3. Имеет навыки применения и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.	<i>Владеть</i> навыками применения аппарата существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.	Демонстрирует поверхностные или не демонстрирует навыки использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.	На удовлетворительном уровне демонстрирует навыки использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.	На хорошем уровне демонстрирует навыки использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.	Демонстрирует отличные навыки использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.

ОПК-5: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

#### Критерии для зачета

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
ОПК-5.1 Обладает знаниями по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Знать</i> фундаментальные факты по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Не обладает знаниями</i> по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Обладает систематическими знаниями</i> по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.
ОПК-5.2. Умеет разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	<i>Уметь</i> разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	<i>Не умеет</i> разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	<i>Умеет</i> разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

ОПК-5.3. Имеет навыки разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Владеть</i> навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Не владеет</i> навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Уверенно владеет</i> навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.
---	--	---	---

### Критерии для экзамена

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-5.1 Обладает знаниями по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Знать</i> фундаментальные факты по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Не обладает знаниями</i> по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>На удовлетворительном уровне</i> обладает знаниями по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>На хорошем уровне</i> обладает знаниями по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	Обладает полными и систематическими знаниями по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.
ОПК-5.2. Умеет разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	<i>Уметь</i> разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	<i>Не умеет</i> разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	<i>На удовлетворительном уровне умеет</i> разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	<i>На хорошем уровне умеет</i> разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	<i>На отличном уровне</i> умеет разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.
ОПК-5.3. Имеет навыки разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Владеть</i> навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Не владеет</i> навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>На удовлетворительном уровне владеет</i> навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Хорошо владеет</i> навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Отлично владеет</i> навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено - от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),  
не зачтено - от 0 до 59 рейтинговых баллов.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и формулировка компетенции: ОПК-2: Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-2.1 Обладает фундаментальными знаниями по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	<i>Знать</i> фундаментальные факты по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Ответы на вопросы на практических занятиях, решение задач на практических занятиях, решение самостоятельных работ, экзамен
ОПК-2.2. Умеет использовать аппарат существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в профессиональной деятельности.	<i>Уметь</i> использовать фундаментальными знания по существующим математическим методам и системам программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Ответы на вопросы на практических занятиях, решение задач на практических занятиях, решение самостоятельных работ, экзамен
ОПК-3.3. Имеет навыки применения аппарата существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.	<i>Владеть</i> навыками применения аппарата существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов при решении конкретных задач.	Ответы на вопросы на практических занятиях, решение задач на практических занятиях, решение самостоятельных работ, экзамен

Код и формулировка компетенции: ОПК-5: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-5.1 Обладает знаниями по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Знать</i> фундаментальные факты по разработке алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	Ответы на вопросы на практических занятиях, решение задач на практических занятиях, решение самостоятельных работ, экзамен
ОПК-5.2. Умеет разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	<i>Уметь</i> разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	Ответы на вопросы на практических занятиях, решение задач на практических занятиях, решение самостоятельных работ, экзамен
ОПК-5.3. Имеет навыки разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	<i>Владеть</i> навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	Ответы на вопросы на практических занятиях, решение задач на практических занятиях, решение самостоятельных работ, экзамен

Показатели сформированности компетенции (для студентов очной (очно-заочной) формы обучения):

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* зачета являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10)

Шкалы оценивания:

*для зачета*:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),  
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе экзамена* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 70 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10)

Шкалы оценивания:

Для экзамена: от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»; от 60 до 79 баллов – «хорошо»; от 80 баллов – «отлично».

Показатели сформированности компетенции (для студентов очно-заочной формы обучения). Критерии оценивания экзамена:

Оценка «отлично» выставляется, если студент свободно оперирует терминологическим понятием, свободно разбирается в разделах дисциплины, демонстрирует творческое отношение к предмету и знание учебной литературы.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент хорошо владеет терминологическим понятием (допуская некоторые неточности), хорошо разбирается в темах и разделах дисциплины, проявляет трудолюбие в работе с учебной литературой.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: при удовлетворительном оперировании основным терминологическими понятиями дисциплины (допуская некоторые ошибки в ответе), при посредственном знании разделов и тем дисциплины, при слабом знании учебной литературы по дисциплине.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: при отсутствии умения оперирования терминологическим понятием дисциплины, при отсутствии знаний по разделам и темам дисциплины, при отсутствии знаний учебной литературы по дисциплине.

### **Рейтинг-план дисциплины**

Рейтинг-план дисциплины представлен в приложении 2.

### **Примерные темы аудиторных занятий**

**Модуль 1. Введение. Элементы теории погрешностей. Численные методы линейной и нелинейной алгебры.**

1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Численные методы как раздел современной математики. Роль компьютерно-ориентированных численных методов в исследовании сложных математических моделей.
2. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности числа и функции. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.

Неустойчивые алгоритмы. Особенности машинной арифметики. Задачи вычислительной алгебры. Прямые и итерационные методы.

3. Метод исключения неизвестных (метод Гаусса) решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Схема единственного деления. Метод Гаусса с выбором главного элемента. LU - разложение матрицы. Методы вращений, квадратного корня.
4. Векторные и матричные нормы. Согласованность норм. Обусловленность СЛАУ. Число обусловленности матрицы. Вычисление определителей. Обращение матриц.
5. Ортогональные преобразования. Матрицы вращения и отражения. QR- и HR-разложения матриц. Метод ортогонализации. Метод отражений.
6. Метод прогонки решений СЛАУ с трехдиагональной матрицей. Устойчивость. Корректность. Варианты метода прогонки. Возможность распараллеливания расчетов.
7. Итерационные методы. Стационарные. Нестационарные. Теоремы сходимости. Метод Якоби. Метод Гаусса-Зейделя. Каноническая форма итерационных методов. Сходимость.
8. Метод простой итерации. Сходимость. Метод релаксации. Сходимость. Метод наискорейшего спуска. Метод минимальных невязок. Метод сопряженных градиентов.
9. Полная и частичная проблема собственных значений. Прямые и итерационные методы. Степенной метод вычисления максимального по модулю собственного числа. Метод скалярных произведений. Методы исчерпывания.

10. Метод Якоби решения полной проблемы собственных значений для симметричной матрицы. QR- метод. Уточнение собственных чисел и векторов. Оценки собственных чисел. Теоремы Гершгорина.

11. Вычисление корней нелинейных уравнений. Отделение корней. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Методы простой итерации, Ньютона. Модификации метода Ньютона. Сходимость. Метод Вегстейна.

12. Решение систем нелинейных уравнений. Методы простой итерации, Зейделя, Ньютона. Сходимость.

### **Модуль 2. Аппроксимация функций. Численное интегрирование и дифференцирование.**

13. Интерполяция. Существование и единственность обобщенного интерполяционного многочлена. Интерполирование алгебраическими многочленами. Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешности интерполяции.

14. Многочлены Чебышева. Оптимизация погрешности интерполяции. Сходимость интерполяционного процесса. Сплайн-интерполирование. Построение кубического сплайна.

15. Наилучшее приближение в линейном нормированном пространстве. Существование и единственность элемента наилучшего приближения. Многочлен наилучшего приближения. Наилучшее приближение в гильбертовом пространстве. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функций многих переменных.

16. Интерполяционные квадратурные формулы. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Погрешность. Правило Рунге оценки погрешности.

17. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической степени точности. Построение. Погрешность. Устойчивость. Интегрирование функций специального вида.

18. Формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности. Некорректность. Регуляризация. Понятие сеточной функции. Простейшие операторы конечных разностей.

### **Шестой семестр. Модуль 3. Численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.**

19. Методы решения задачи Коши. Решение с помощью формулы Тейлора. Основные понятия и определения. Аппроксимация. Устойчивость. Сходимость. Теорема В. С. Рябенского - П.Лакса. Явный метод Эйлера. Его модификации.

20. Одношаговые методы. Методы Рунге-Кутты. Устойчивость. Сходимость. Методы с контролем погрешности на шаге.
21. Многошаговые методы. Методы Адамса. Сходимость. Итерационный метод прогноза-коррекции. Метод неопределенных коэффициентов построения схем повышенной точности.
22. Исследование на устойчивость. Нуль-устойчивость.  $A$ - и  $A(a)$ -устойчивость. Явление жесткости. Методы Розенброка, Гира.
23. Краевые задачи. Методы сведения краевой задачи к задаче Коши. Методы стрельбы, дифференциальной прогонки. Метод конечных разностей.
24. Проекционные, вариационные и проекционно-разностные методы (кол-локации, Галеркина, Ритца, наименьших квадратов, конечных элементов).

**Модуль 4. Численное решение задач для уравнений в частных производных и интегральных уравнений.**

25. Методы построения разностных схем. Основные понятия метода сеток. Аппроксимация, сходимость, устойчивость. Связь между устойчивостью и сходимостью.

26. Разностные схемы для одномерного уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами. Гармонический анализ. Необходимое условие устойчивости. Доказательство устойчивости для явной и неявной схем.

27. Разностные схемы для уравнений с переменными коэффициентами и нелинейных уравнений параболического типа. Пример интегро-интерполяционного метода построения разностных схем. Исследование на устойчивость. Принцип замороженных коэффициентов.

28. Экономичные схемы решения многомерных задач для уравнения теплопроводности. Схема попеременных направлений. Схемы расщепления. Схема Дугласа-Ганна. Устойчивость. Сходимость.

29. Разностные схемы для уравнений эллиптического типа. Принцип максимума. Устойчивость и сходимость разностной задачи Дирихле для уравнения Пуассона.

30. Методы решения сеточных уравнений для эллиптических задач. Метод установления. Метод простой итерации. Метод итерации с чебышевскими параметрами. Метод Якоби, Зейделя, верхней релаксации. Использование быстрого преобразования Фурье.

31. Дискретизация волнового уравнения. Схемы бегущего счета для линейного уравнения переноса. Устойчивость. Монотонность. Число Куранта.

32. Квазилинейное уравнение переноса. Разрывные решения. Обобщенные решения. Методы построения сеточных уравнений. Консервативная разностная схема. Схемная вязкость. Схемы Лакса, Лакса-Вендрофа, Мак-Кормака. Метод С.К. Годунова.

33. Элементы теории устойчивости разностных схем. Операторные уравнения. Условия устойчивости двухслойных и трехслойных разностных схем.

34. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтера первого и второго рода. Квадратурный метод решения. Обзор других методов.

35. Некорректные интегральные уравнения. Регуляризация по Тихонову. Квадратурно-итерационный метод построения резольвент.

**Контрольная работа №1** используется для рубежного контроля модуля 1,

**Контрольная работа №2** - для рубежного контроля модуля 2.

Компетенции считаются сформированными, если студент набирает за контрольную работу от 5 до 10 баллов.

**Критерии оценки контрольной работы (в баллах):**

- **9-10 баллов** выставляется, если студент решил все задачи полностью:

- в логических рассуждениях и обоснованиях решения нет пробелов и ошибок;

- в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, которая не является следствием незнания и непонимания учебного материала);
- **7-8 баллов** выставляется, если
- студент решил все задачи, но обоснования шагов решения недостаточны;
  - допущена одна ошибка или есть два-три недочета в выкладках.
- **5-6 баллов** выставляется, если допущено более одной ошибки или более двух-трех недочетов в выкладках, но студент обладает обязательными умениями по проверяемому модулю;
- **0-4 баллов** выставляется, если
- допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не обладает обязательными умениями по проверяемому модулю;
  - работа показала полное отсутствие у студента обязательных знаний и умений по проверяемому модулю.

### Пример варианта контрольной работы № 1

1. Методом Гаусса с выбором главного элемента найти решение системы

$$\begin{cases} 2x + 3y - z = 6 \\ x - y + 2z = -2 \\ 3x + y - z = 5 \end{cases}$$

Вычислить определитель, найти меру обусловленности матрицы.

2. Методом Жордана-Гаусса решить систему с матрицей

$$A = \begin{pmatrix} 4 & -3 & 2 \\ 8 & -8 & 7 \\ 12 & -5 & 5 \end{pmatrix} \text{ и правой частью } b = \begin{pmatrix} 0 \\ -12 \\ 4 \end{pmatrix}.$$

Найти определитель матрицы A, обратную матрицу  $A^{-1}$ .

3. Найти решение системы

$$\begin{cases} 2x + y + z = 1 \\ x + 2y + z = 2 \\ x + y + 2z = 4 \end{cases} \quad \text{приведением к нижней треугольной матрице.}$$

Все предложенные примеры надо решать обязательно указанным методом, строго следуя алгоритму, т.е. как бы превратившись в компьютер (робот), а не методом – каким умею. Это поможет быстрее понять суть алгоритма и запрограммировать его.

### Пример варианта контрольной работы №2

Задание. Решить систему

$$Ax = b. \quad (1)$$

1. Методом простых итераций;
2. Методом Якоби;
3. Методом Зейделя;
4. Методом верхней релаксации;

с заданной точностью  $\varepsilon > 0$ . Попытаться уменьшить число итераций, меняя значение релаксационного параметра  $\tau > 0$  и оптимизируя его значение экспериментальным путем.

#### Примерные вопросы для зачета:

1. Что означает понятие устойчивого вычислительного алгоритма?
2. Какая задача называется корректно поставленной?
3. В чем заключается метод Гаусса решения систем линейных уравнений?
4. В чем заключается итерационный метод решения систем линейных уравнений?

5. Сформулируйте достаточные условия сходимости методов простой итерации и Зейделя.
6. Чем отличается полная проблема собственных значений от частичной проблемы собственных значений?
7. Что называется двусторонним приближением для нахождения корня нелинейного уравнения?
8. Сформулируйте достаточное условие сходимости метода простой итерации.
9. Приведите достаточные условия сходимости метода Ньютона для решения нелинейного уравнения  $F(x) = 0$ .
10. Приведите условия Фурье для функции  $F(x)$  при решении нелинейного уравнения  $F(x) = 0$ . Где они используются?
11. В чем заключается метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений?
12. Что называется аппроксимацией функций?
13. В чем заключается критерий близости двух функций  $f(x)$  и  $\varphi(x)$  при среднеквадратичном приближении?
14. Выведите формулу линейной интерполяции, взяв первые два члена интерполяционного многочлена Ньютона.
15. Какие системы уравнений называются недоопределенными и переопределенными. Приведите примеры.

***Критерии оценки зачета (в баллах):***

- **15-20 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **5-9 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-4 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Примерные вопросы для экзамена:**

1. Этапы решения задачи на ЭВМ. Представление чисел в ЭВМ. Виды погрешностей. Устойчивые и неустойчивые алгоритмы.
2. Переопределенные и недоопределенные системы. Обусловленность систем линейных уравнений.
3. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Метод Гаусса.
4. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Метод LU - разложения.

5. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Метод квадратных корней.
6. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Метод ортогонализации.
7. Итерационные методы. Общее описание и сущность методов.
8. Приведение системы к виду, удобному для итерации.
9. Метод простой итерации и метод Зейделя. Достаточные условия сходимости.
10. Нахождение обратной матрицы и определителя методом Гаусса.
11. Нахождение собственных значений и векторов матриц.
12. Определение наибольшего и наименьшего собственных значений и соответствующих им собственных векторов итерационным методом.
13. Метод половинного деления и метод хорд.
14. Метод простой итерации. Принцип сжатых отображений.
15. Метод Ньютона: общее описание, геометрический смысл, условия сходимости и порядок сходимости.
16. Метод секущих.
17. Сравнительная оценка методов. Гибридные методы.
18. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона.
19. Точность и сходимость, использование локальных интерполяций.
20. Использование степенных разложений для вычисления функций. Многочлены Чебышева. Среднеквадратичные приближения.
21. Постановка задачи численного дифференцирования. Использование ряда Тэйлора.
22. Использование интерполяционных многочленов. Погрешности численного дифференцирования и способы их уменьшения.
23. Метод Рунге.
24. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона и Гаусса. Сравнительная оценка методов.
25. Погрешности методов и способы их уменьшения. Метод Рунге.
26. Адаптивные алгоритмы численного интегрирования.
27. Одношаговые и многошаговые методы решения задачи Коши.
28. Решение краевых задач. Метод стрельбы.
29. Разностный метод.
30. Параболические, эллиптические, гиперболические уравнения.
31. Явные и неявные разностные схемы. Устойчивость. Сходимость.
32. Классификация интегральных уравнений.
33. Решение уравнений с вырожденными ядрами.
34. Метод наименьших квадратов.
35. Метод конечных элементов.

#### Примерный перечень задач к экзамену

1.  $\int_0^1 e^{-\frac{x^2}{2}} dx$ . Оценить погрешность квадратурных формул при  $n = 10$ .
2.  $\int_{-1}^1 |x|^n dx$ , ( $n=1,2,3\dots$ ). Сравнить точность вычисления интегралов по формулам средних, трапеций, Симпсона, Гаусса для четырех узлов.

3.  $\int_{0.3}^2 \frac{e^x}{\sqrt[4]{2+x-x^2}} dx$ . Вычислить интеграл с точностью  $\varepsilon = 0.05$ .

4.  $\int_2^{\infty} \frac{dx}{1+x^3}$ . Вычислить значение интеграла с точностью  $\varepsilon = 0.01$ .

5. Оценить погрешность вычисления интеграла  $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$  по обобщенной формуле  $S = [f(0) + 2f(0.1) + 2f(0.2) + \dots + 2f(0.9) + f(1)]/20$ .

6. Построить квадратурную формулу Гаусса с двумя узлами для вычисления интегралов

A)  $\int_{-1}^1 x^2 f(x) dx$ ; B)  $\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos x f(x) dx$

Перевод оценки из 100-балльной в четырех балльную производится следующим образом:

- отлично - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо - от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно - от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно - менее 45 баллов.

**Критерии оценки экзамена (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырех балльную производится следующим образом:

- отлично - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо - от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно - от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно - менее 45 баллов.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы.(реком.МоРФ) - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2015. - 632 с.
2. Махмутов М.М. Лекции по численным методам (доп. УМО) - Ижевск: Регулярная и хаотичная динамика, 2012. - 238 с.

#### Дополнительная литература:

3. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65043>. — Загл. с экрана.
4. Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 355 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90239>. — Загл. с экрана.
5. Гавришина, О.Н. Практикум по численным методам [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Н. Гавришина, Ю.Н. Захаров. — Электрон. дан. — Кемерово : КемГУ, 2011. — 73 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/30128>. — Загл. с экрана.

### 1.2.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

- 1) <http://www.mcsme.ru> - сайт Московского центра непрерывного образования;
- 2) <http://www.etudes.ru> – научно-популярный сайт по математике;
- 3) <http://www.mathedu.ru> – сайт «Математическое образование: прошлое и настоящее»;
- 4) <http://www.math.ru>.
- 5) [www.lib.bashedu.ru](http://www.lib.bashedu.ru) – сайт библиотеки БашГУ;
- 6) «Электронный читальный зал» (ЭБС «Библиотех»);
- 7) ЭБС «Университетская библиотека online» - [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);
- 8) ЭБС изд-ва «Лань» - [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com);
- 9) <http://www.exponenta.ru> –образовательный математический сайт;

### 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 421	Лекции	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (28 посадочных мест).
Аудитория 421	Практические занятия	Демонстрационное доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (28 посадочных мест).

Перечень специальных помещений и используемого лицензионного программного обеспечения представлен в справке о материально-техническом обеспечении ОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (<http://www.sibsu.ru/sveden/education>).

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
 СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУиТ  
 ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Численные методы на 5-6 семестр

очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины	
	5 сем	6 сем
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3 / 108	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:		
Лекций	24	24
практических/ семинарских		
лабораторных	32	28
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	51,8	18,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)		36

Форма(ы) контроля:

Зачет 5 семестр

Экзамен 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5 семестр								
1.	Введение. Элементы теории погрешностей. Численные методы линейной алгебры.	12		14	20	1-4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос по теории;
2.	Аппроксимация функций. Численное дифференцирование и интегрирование.	12		18	31,8	1-4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – решение задач; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос (тестирование) по теории; – контрольная работа;
	<b>Всего часов за семестр:</b>	24		32	51,8			
6 семестр								
3.	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	12		16	10	1-4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – решение задач; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос (тестирование) по теории; – контрольная работа;
4.	Численное решение задач для уравнений в частных производных и интегральных уравнений.	12		12	11,8	1-4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – решение задач; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос (тестирование) по теории; – контрольная работа;
	<b>Всего часов за семестр:</b>	24		28	18,8			
	<b>Всего по дисциплине</b>	48		60	70,6			

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
 СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУиТ  
 ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Численные методы на 7-8 семестр

очно-очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины	
	7 сем	8 сем
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3 / 108	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:		
Лекций	20	14
практических/ семинарских		16
лабораторных	28	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	59,8	40,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)		36

Форма(ы) контроля:

Зачет 7 семестр

Экзамен 8 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7 семестр								
1.	Введение. Элементы теории погрешностей. Численные методы линейной алгебры.	10		12	30	1-4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос по теории;
2.	Аппроксимация функций. Численное дифференцирование и интегрирование.	10		16	29,8	1-4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – решение задач; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос (тестирование) по теории; – контрольная работа;
<b>Всего часов за семестр:</b>		20		28	59,8			
8 семестр								
3.	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	8		10	20	1-4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – решение задач; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос (тестирование) по теории; – контрольная работа;
4.	Численное решение задач для уравнений в частных производных и интегральных уравнений.	6		6	20,8	1-4	– проработка лекций и работа с литературой по теме; – решение задач; – дополнительное изучение отдельных тем;	– опрос (тестирование) по теории; – контрольная работа;
<b>Всего часов за семестр:</b>		14		16	40,8			
<b>Всего по дисциплине</b>		34		44	100,6			

## Рейтинг-план дисциплины

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 (Разделы 1, 2 по РПД)</b>				
<b>Текущий контроль</b>			12	20
1. Работа на занятиях	2	15	12	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Контрольная работа	3	5	10	15
<b>Модуль 2 (Разделы 3, 4 по РПД)</b>				
<b>Текущий контроль</b>			13	20
1. Работа на занятиях	4	5	13	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Контрольная работа	3	5	10	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Выполнение заданий повышенной трудности	2	5	0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных и практ. занятий			-7	0
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен			0	30
<b>ИТОГО</b>			<b>45</b>	<b>110</b>